

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje visoke stručne spreme

i stručnog naziva: magistar kineziologije)

Zrinka Marjanović

**BRZINA ZALETA PRI IZVOĐENJU  
RAZLIČITIH STRUKTURALNIH  
GRUPA PRESKOKA**

(diplomski rad)

Mentor:

prof. dr. sc. Tomislav Krističević

Zagreb, rujan 2017.

## ***BRZINA ZALETA PRI IZVOĐENJU RAZLIČITIH STRUKTURALNIH GRUPA PRESKOKA***

### **Sažetak :**

Cilj ovog diplomskog rada je utvrditi razlike u brzini zaleta prilikom izvođenja različitih skupina preskoka. Uzorak je činilo 48 skokova izvedenih na preskoku, od toga 19 premeta, 17 Tsukahara i 12 Yurchenko. Podaci su prikupljeni u natjecateljskim uvjetima, na natjecanju svjetskog Kupa u Osijeku 2017. godine. Brzina zaleta mjerena je sustavom/uređajem stalker ATS. Univarijantna analiza varijance pokazala je da postoje statistički značajne razlike u brzini zaleta između skupina skokova, i to između premeta i Yurchenka, te Tsukahare i Yurchenka.

Ključne riječi: sportska gimnastika, brzina, zalet, preskok

## ***APPROACH SPEED IN PERFORMING DIFFERENT STRUCTURAL GROUPS OF VAULT***

### **Summary:**

Main objective of this graduate thesis is to determine the differences in the approach velocity between different vault jumps. The sample consisted of 48 jumps performed at the vault, of which 19 were handspring, 17 were Tsukahara, and 12 Yurchenko. The data was collected at competitive conditions at the World Cup competition in Osijek, 2017. Speed was measured by the stalker ATS system. The univariate variance analysis showed that there were statistically significant differences in the velocity rate between handspring and Yurchenko, and the Tsukahara and Yurchenko.

Key words: artistic gymnastics, velocity, approach speed, vault

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	4
1.1.  PRESKOK .....	5
1.1.2. BRZINA.....	8
1.2.  BODOVNI PRAVILNIK .....	9
1.3.  DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA.....	12
2.  METODE ISTRAŽIVANJA.....	14
2.1.  ANALIZIRANI ELEMENTI TEHNIKE .....	14
2.2.  ISPITANICI .....	16
2.3.  MJERENJE I OPREMA .....	16
2.4.  METODE OBRADE PODATAKA.....	17
3.  REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	17
4.  ZAKLJUČAK .....	21
5.  LITERATURA.....	22

## 1. UVOD

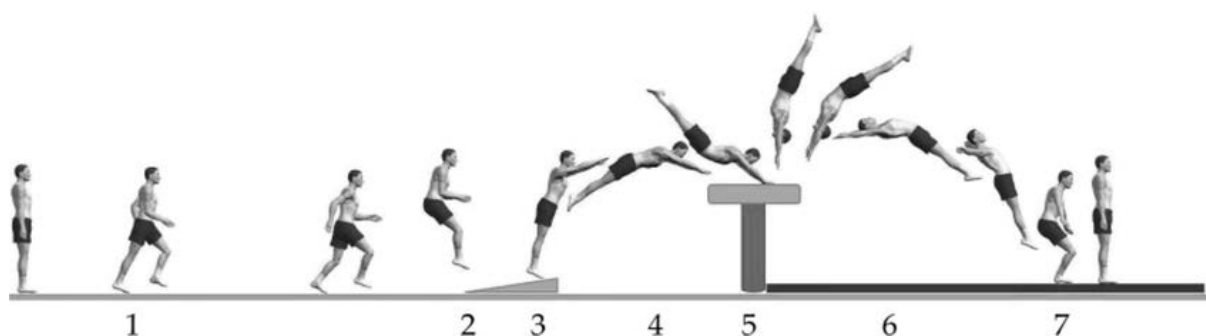
U svijetu sporta, gimnastika se smatra jednim od najstarijih sportova modernih Olimpijskih igara. Podrijetlo naziva potječe iz općeg naziva gymnasticiranja – tjelesnog vježbanja koji datira još iz vremena starih Grka. Oni su prostor za vježbanje nazvali gymnasion, a vježbanje gymnastike. U 15. stoljeću talijan G. Mercuriale napisao je djelo "De arte gymnastica", u njemu je iznio stavove starih vremena o prehrani, vježbi i higijeni te korištenju prirodnih metoda liječenja bolesti. U Njemačkoj, najzaslužniji za razvoj tadašnje gymnastike su dva začetnika tjelesnog obrazovanja J. F. GutsMuths i F. L. Jahn. Oni su osmislili vježbe za dječake i mladiće, na spravama koje su sami napravili i koje su nakon određenog vremena pretvorene u ono što se danas smatra suvremenom gimnastikom. Na OI 1896. godine u Ateni prvi put se pojavljuje muška sportska gimnastika, a ženska 1928. godine u Amsterdamu. Kroz povijest definicije su se često mijenjale ili/i nadopunjavale pa tako danas s gledišta kineziološke znanosti, sportska gimnastika se ukratko može definirati kao grana sporta u kojoj se estetski oblikovane aciklične kretne strukture vrjednuju prema unaprijed propisanoj konvenciji gibanja definiranoj Bodovnim pravilnikom za ocjenjivanje koji je propisala Međunarodna gimnastička organizacija (Živčić, 2000.). U Liegu (Belgija) 1881. godine osnovana je Međunarodna gimnastička organizacija (Federation Internationale de Gymnastique, skraćeno FIG), koja je vrhovno zakonodavno tijelo gimnastičkog sporta, koje kontrolira i propisuje osnovna pravila sporta. U nadležnosti FIG-a nalazi se šest odnosno sedam gimnastičkih sportova: sportska gimnastika (GG - General Gymnastics Committee), koja se dijeli na žensku sportsku gimnastiku (WAG – Women's Artistic Gymnastics) i mušku sportsku gimnastiku (MAG – Men's Artistic Gymnastics), ritmička gimnastika (RG – Rhythmic gymnastics), trampolin (TRA – Trampoling), akrobatika (ACRO – Acrobatic gymnastics), aerobik (AER – Aerobic gymnastics) te "gimnastika za sve" (GfA – Gymnastics for All). Od prethodno navedenih, sportska gimnastika je najpoznatija i najpopularanija grana gymnastike. Sportski gimnastičari natječu se u šest (6) disciplina: tlo, konj s hvataljkama, karike, preskok, ruče i preča, a gimnastičarke u četiri (4): preskok, dvovisinske ruče, greda i tlo. 1952. godine na XV. Olimpijskim igrama u Helsinkiju definiran je broj disciplina i redoslijed po kojemu će se nastupati u muškoj sportskoj gymnastici, a četiri godine nakon toga u Melbourneu na XVI. olimpijskim igrama definirane su discipline za žensku sportsku gymnastiku. Tako definiran redoslijed zadržan je do danas te se naziva *olimpijski redoslijed*. U disciplini preskoka 2001. godine događa se znatna promjena: po prvi put u povijesti tadašnja

sprava konj za preskok je zamijenjena novom, boljom spravom. Tema ovog rada bavi se uspoređivanjem brzine zaleta pri preskoku kod različitih grupacija skokova, između ostalih i skokom, koji se bitno poboljšao uvođenjem nove sprave za preskok, Yurchenko skokom. Gimnastika je neobičan spoj sporta i umjetnosti, akrobatike i plesa, čvrstoće i fleksibilnosti, leta i puzanja, mladosti i zrelosti. Svojim zaslugama gimnastičari su osvojili srca i umove znanstvenika i fizičara koji pokušavaju objasniti i shvatiti načela ovog sporta (Sands, 2003.).

## 1.1. PRESKOK

Preskok je disciplina koju karakteriziraju kompleksne i vrlo kratke dinamičke kretnje (u prosjeku ne duže od 5-6 sekundi). Izvode ju muškarci i žene, po olimpijskom redoslijedu sprava, kod žena je prva, a u muškaraca četvrta disciplina u kojoj se natječu. Kao natjecateljska disciplina sastoji se od: sprave za preskok, odrazne daske, staze za zalet i strunjače za doskok. Prekretna je godina 2000., kada je nakon Olimpijskih igara u Sydneyu, na Svjetskom prvenstvu u Ghentu (Belgija) tradicionalni konj za preskok zamijenjen novom, stabilnijom i izgledom drugačijom spravom. Tako značajne promjene još nisu uvedene u cijeloj povijesti sportske gimnastike (Falk Naundorf, Stefan Brehmer, Klaus Knoll, Andreas Bronst i Rolf Wagner, 2011.). Dotad, u muškoj sportskoj gimnastici konj se preskakao po dužini, a u ženskoj po širini sprave. Dimenzije konja za preskok su: dužina 160 cm, širina 35 cm, dok je stol za preskok dužine 120 cm i širine 95 cm. Visina sprave se razlikuje za muškarce i žene, muškarci preskaču visinu od 135 cm, a žene 125 cm. Specifičan je zbog toga što se izvodi samo jedan preskok preko sprave, a u finalnim natjecanjima po spravama izvode se dva skoka iz različitih strukturalnih skupina preskoka propisanih Bodovnim pravilnikom Međunarodne gimnastičke organizacije (FIG, 2016.) . Kod ostalih disciplina vježba se sastoji od barem deset (10) elemenata.

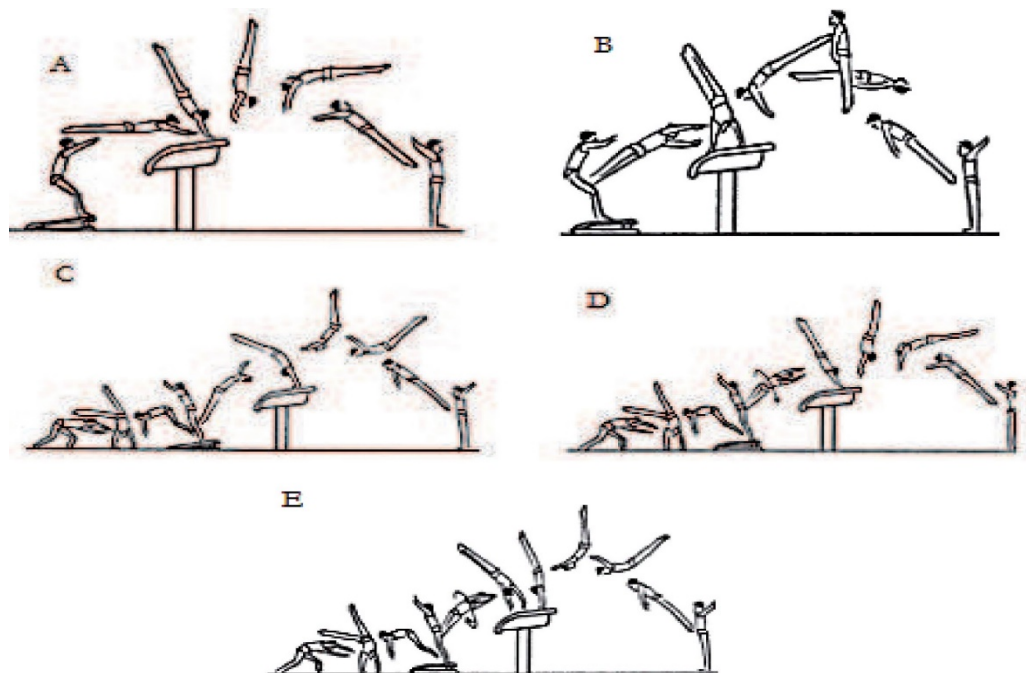
Preskok je satkan od nekoliko specifičnih faza od kojih svaka može biti dodatno podijeljena u još sitnije podfaze. Glavne faze su: 1) zalet, 2) i 3) naskok na dasku i odraz, 4) prvi let, 5) postavljanje ruku u upor na spravu i odziv, 6) drugi let te 7) doskok (slika 1., [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)).



Slika 1. Faze preskoka

U preskoku se od motoričkih sposobnosti najviše zahtijeva iznimna snaga, i to eksplozivna snaga tipa odraza i odriva, te brzina gimnastičara/gimnastičarki. Ističe se pozitivnim i visokim utjecajem na razvoj eksplozivne snage donjih i gornjih ekstremiteta u odnosu na ostale gimnastičke discipline. Gimnastički elementi na preskoku razvrstavaju se na temelju strukturalnih karakteristika skokova, koji su se zajedno s razvojem sportske gimnastike sve više usavršavali i nadopunjavali (Živčić Marković, Krističević 2016.).

U početku su se preskoci dijelili u dvije osnovne skupine: pravolinijski i bočni preskoci, dok postupnim usavršavanjem skokova dolazi do uključivanja rotacije tijela (oko poprečne i uzdužne osi tijela), pa se samim time preskoci dijele u više skupina, a to su: pravolinijski, bočni, preskoci premetom i kombinirani preskoci (slika 2).

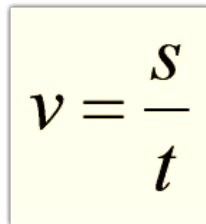


Slika 2. Različite skupine preskoka

### 1.1.2. BRZINA

Brzina je vektorska fizikalna veličina koja opisuje kako se brzo i u kojemu smjeru neka točka (ili tijelo) giba, tj. mijenja položaj. Obilježava se malim slovom  $v$ , koje je početno slovo latinske riječi za brzinu, *velocitas*. Mjerna jedinica za brzinu u SI sustavu je metar u sekundi (m/s). Uz nju, često se koriste i jedinice izvan toga sustava, na primjer kilometri na sat (km/h), čvorovi (brodski promet) itd.

Prosječni iznos brzine izračuna se tako da se prijeđeni put podijeli s utrošenim vremenom (slika 3.).

The image shows a yellow square box containing the formula for average speed: 
$$v = \frac{s}{t}$$
where  $v$  is the average speed,  $s$  is the distance traveled, and  $t$  is the time taken.

Slika 3. Formula brzine

Precizna i potpuna definicija brzine gibanja glasi: Brzina je derivacija vektora položaja po vremenu, a iznos brzine je derivacija prijeđenog puta po vremenu ("Hrvatska enciklopedija", 2015.). Brzina zaleta u ovom istraživanju izmjerena je u km/h, te preračunata u m/s (slika 4.).

$$\text{m/s (x)} \rightarrow \text{km/h (y)} : x * 3,6 = y$$

$$\text{km/h (y)} \rightarrow \text{m/s (x)} : y / 3,6 = x$$

Slika 4. Formula za preračunavanje km/h u m/s



## 1.2. BODOVNI PRAVILNIK

Bodovni pravilnik je dokument u kojem su obuhvaćena sva pravila ženske i muške sportske gimnastike. Njega propisuje Tehnički odbor Međunarodne gimnastičke organizacije (TO). Svake četiri godine, nakon olimpijskih igara, bodovni pravilnik se usavršava i dopunjuje. Od 1993. do 2001. godine postojale su četiri skupine za preskok, a na početku X. ciklusa taj se broj povećao na pet (Živčić Marković, Krističević 2016.). U svakom preskoku sudačka komisija ocjenjuje težinsku vrijednost skoka koja je definirana početnom ocjenom, pri čemu se razlikuje po pojedinim strukturalnim grupama skokova. Također, ocjenjuje se tehnička kvaliteta skoka u kojemu do izražaja dolazi čistoća izvedbe, amplituda u visini i duljini pojedinih faza skoka itd. Bodovni pravilnik za sportsku gimnastiku (FIG, 2013-2016) preskoke dijeli prema dva osnovna kriterija, a to su težinska vrijednost i strukturalna skupina skoka.

U nastavku su aktualni članci FIG pravilnika 2013 – 2016. za preskok, ženska sportska gimnastika.

### ČLANAK 10 — Preskok

#### 10.1 Općenito

Gimnastičarka s obzirom na vrstu natjecanja mora izvesti jedan ili dva skoka iz bodovnog pravilnika. Maksimalna dozvoljena duljina zaleta je 25 metara i mjeri se od prednjeg ruba konja do unutarnje strane granice na kraju zaleta.

– Preskok počinje zaletom, naskokom na odskočnu dasku i odrazom s obje noge iz: • položaja licem prema konju ili • položaja leđima prema konju. Skokovi s doskokom bočno u odnosu na konja nisu dozvoljeni. Svi preskoci moraju biti izvedeni odbijanjem s obje ruke s konja (odrivom).

Gimnastičarka mora koristiti sigurnosni okvir za dasku pri izvođenju preskoka naskokom iz rouda. Sigurnosni okvir mora osigurati organizacijski odbor.

Strunjača za ruke može se koristiti samo za preskoke tipa Yurchenko.

– Svaki preskok ima svoj broj.

- Gimnastičarka je odgovorna za pokazivanje pravilnog broja preskoka prije svakog nastupa (ručno ili elektronski).
- Nakon dobivanja zelenog svjetla ili signala D1 sutkinje, gimnastičarka izvede prvi preskok te se vrati na početak zaleta i postavi broj svog drugog skoka.
- Počevši odrazom s odskočne daske ocjenjujemo: • prvu fazu leta, • fazu odbijanja rukama od konja (odriv) , • drugu fazu leta i • fazu doskoka.

## 10.2 Zaleti

- Dozvoljen je dodatni zalet uz odbitak -1,00, ako gimnastičarka nije dotaknula dasku i/ili konja: • Kada skače samo jedan skok, dozvoljen je drugi zalet s odbitkom • Treći zalet nije dozvoljen • Kada skače dva skoka, dozvoljen je drugi zalet s odbitkom • Četvrti zalet nije dozvoljen.

D-komisija će oduzeti odbitak od konačne ocjene izvedenog skoka.

## 10.3 Grupe preskoka

Preskoci se dijele u grupe:

Grupa 1 – Preskoci bez salta (premeti, jamašite) sa ili bez uzdužne rotacije u prvoj i/ili u drugoj fazi leta

Grupa 2 – Premeti naprijed sa ili bez 360° rotacije u prvoj fazi leta – salto naprijed ili nazad sa ili bez uzdužne rotacije u drugoj fazi leta

Grupa 3 – Premeti naprijed s rotacijom od 90° do 180° u prvoj fazi leta (Tsukahara) – salto nazad sa ili bez uzdužne rotacije u drugoj fazi leta

Grupa 4 – Preskoci iz roudata (Yurchenko) sa ili bez rotacije 360° u prvoj fazi leta – salto nazad sa ili bez uzdužne rotacije u drugoj fazi leta

Grupa 5 – Preskoci iz roudata s rotacijom od 180° u prvoj fazi leta – salto naprijed sa ili bez uzdužne rotacije u drugoj fazi leta

#### 10.4 Posebni odbici na spravi (E-komisija)

Greške	0.10	0.30	0.50
<b>Prva faza leta</b>			
– Nezavršen okret oko uzdužne rotacije			
• grupa 1 ili 5 s okretom $\frac{1}{2}$ (180°) i	$\leq 45^\circ$	$\leq 90^\circ$	
• grupa 4 s okretom $\frac{3}{4}$ (270°)			
• grupa 1 ili 2 okretom 1/1 (360°)	$\leq 45^\circ$	$\leq 90^\circ$	$>90^\circ$
– Loša tehnika			
• kut u zglobu kuka	x	x	
• preveliko uvinuće tijela	x	x	
• grčena koljena	x	x	x
• raširene noge ili koljena	x	x	
<b>Faza odbijanja rukama s konja</b>			
– Loša tehnika			
• neistovremeno postavljanje ruku na konja - preskoci koji se izvode naskokom prema naprijed, grupe 1, 2 & 5 ( <i>ne vrijedi za pružena salta naprijed s okretom oko uzdužne osi</i> )	x		
• kut u zglobu ramena	x	x	
• nema prolaska tijela kroz okomicu	x		
• propisana uzdužna rotacija počela prerano ( <i>na konju</i> )	x		
– Grčene ruke	x	x	x
<b>Druga faza leta</b>			
– Dodatni trzaj (bič)	x	x	
– Nedovoljna visina	x	x	x
– Nedovoljna točnost okreta oko uzdužne osi (uključuje i Cuervo preskoke)	x		
– Položaj tijela			
• nezadržavanje pruženog položaja tijela prije doskoka ( <i>sklanjanje pri doskoku iz pruženih preskoka</i> )	x	x	
• nedovoljno i/ili kasno ispružanje tijela ( <i>grčeni i sklonjeni preskoci</i> )	x	x	
• grčena koljena	x	x	x
– Raširene noge ili koljena	x	x	
– Rotacija oko čeonu osi nije završena			
• izvedba bez pada	x		
• izvedba s padom		x	
– Odstupanje od ravnog smjera kretanja pri doskoku (gleda se prvi kontakt sa strunjačom)	x		
– Nedovoljna duljina skoka	x	x	x
<b>Odbici za greške pri doskoku</b>	Vidi čl. 8		

### 1.3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

U istraživanju koje je provedeno 1986. godine "Velocity of the vault run: Junior elite female gymnasts" američki znanstvenik W. A. Sands smatra da su za uspješno izveden preskok ključni čimbenici odgovarajući broj koraka i maksimalno postignuta brzina zaleta. Zapanjujući zaključak istraživanja je da gotovo 91% varijacija u bodovanju na juniorskoj razini može biti određeno navedenim faktorima. Mišljenja je da bi treneri i sportaši više vremena trebali posvetiti treninzima sprinta te angažirati atletske trenere. Korištena analiza tehnika pokazuje dijagnostički potencijal u odlučivanju u kojem koraku se doseže maksimalna brzina. Analiziranje tehnike trenerima može pružiti odgovor gdje se krije greška u realizaciji maksimalnog sprinta i održavanju čim veće brzine približavajući se posljednjim koracima.

"A case study about differences in characteristics of the run-up approach on the vault between top-class and middle-class gymnasts" istraživanje je autora S. Veličković, D. Petković, E. Petković, kojima je cilj bio odrediti razlike u brzini zaleta zadnjih 10 koraka između vrhunskih sportaša i sportaša srednje kategorije / nižeg ranga. Rezultati pokazuju progresivno povećavanje brzine u obje ispitane grupe sa zaključkom da svi gimnastičari postižu veće vrijednosti brzine u zadnjem koraku zaleta. Vrhunski gimnastičari postižu značajno manju brzinu u početnom dijelu zaleta, dok pri kraju zaleta postižu veće brzine i veće ubrzanje iz koraka u korak, za razliku od gimnastičara srednje kategorije koji gube brzinu kroz zalet. Dobiveni rezultati upućuju na to da bi gimnastičari srednje kategorije trebali unaprijediti svoj zalet prateći primjer vrhunskih gimnastičara. Tijekom trenažnog procesa, nužno je fokusirati se ne samo na maksimalnu brzinu, nego i na pravilnu progresiju brzine prema preskoku. Ukoliko navedena metoda ne rezultira dužom fazom drugog leta, pogreška se događa u nekoj drugoj fazi preskoka, preciznije u fazi odraza ili postavljanja ruku na spravu, koji uz zalet doprinose povećanju kinetičke energije.

Stefan Brehmer i Faulk Naundorf (2011.) provode istraživanje pod nazivom "Age-related development of run-up velocity on vault". Ovaj rad donosi rezultate o povećanju brzine gimnastičara kroz dobne kategorije. Analiza zaletne brzine daje bazičnu mogućnost klasifikacije brzine preskoka na „rani pubertet“ i „ranu adolescenciju“ i samim time mogućnost procjene individualnog razvoja sposobnosti sportaša. Aktualni podaci pokazuju

konstantu prirasta brzine do seniorske dobi. Rani pubertet (12-14 godina,  $b=0,16$ ), pubertet ( $b=0,1$ ) i adolescencija ( $b=0,19$ ) pokazuju gotovo jednake motoričke determinante.

U razvoju brzine zaleta gimnastičara ni informacijsko-koordinacijski niti kondicijsko-energetički faktori nemaju dominantnu ulogu, također nema znatnog povećanja brzine preskoka u ranoj adolescenciji. Međutim srednja vrijednost prirasta brzine kod muških juniora iznosi 0,2 m/s. Ovaj podatak omogućuje trenerima uspoređivanje razvoja sportaša sa srednjim vrijednostima prirasta i na takav način konstantno evaluiranje efektivnosti treninga. Da bi povećali brzinu trčanja, treneri koriste različita sredstva i metode, najviše atletiku (Brown, Ferrigno i Santana 2000.; Dintiman i Ward 2003.). Imajući to na umu, treneri bi trebali slušati savjet Vossa, Witta i Werthnera (2007.), da trening vodi uspjehu samo ako se poštuje pravilan omjer treninga snage i tehnike. Uz to treba uzeti u obzir aspekte koordinacije i kondicije. Neki autori (npr. Grosser i sur. 2004.; Schmidtbleicher, 1994., Winter i Hartmann, 2007.) očekuju visoki prirast brzine pokreta ekstremiteta prije analize dobnih kategorija. Karijera elitnih gimnastičara počinje s otprilike 5 godina starosti, ali nema poznatih istraživanja o toj dobi.

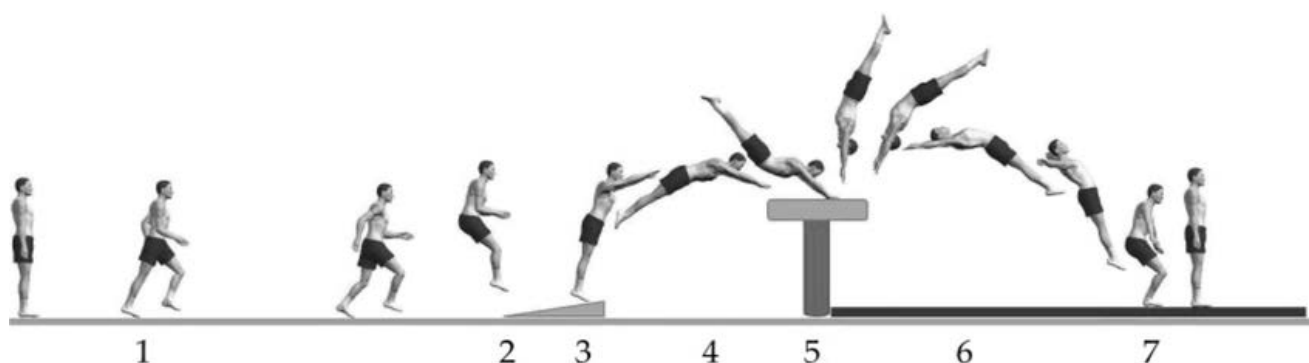
Godine 2008. Falk Naundorf, Stefan Brehmer, Klaus Knoll, Andreas Bronst i Rolf Wagner provode istraživanje na temu "Development of the velocity for vault runs in artistic gymnastics for the last decade". Znanstvenici tvrde da postoje tri potencijalna razloga za napredak. Prvi je nova sprava preskoka, drugi je neograničeno bodovanje i treći kontinuirani napredak koji se događa zadnjih 10 godina. Međutim, nije moguće odvojiti utjecaj ova tri elementa i računati ih kao zaseban efekt. Od 1997. godine, zabilježeno je znatno povećanje brzine zaleta pri izvedbi skoka Yurchenko, premda je brzina zaleta jednaka u oba spola.

## 2. METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanje koje je provedeno kroz tri dana za vrijeme trajanja Grand Prix-a Osijek, u svibnju 2017. godine, imalo je za cilj izmjeriti, usporediti i analizirati brzinu zaleta preskoka pri izvođenju različitih skupina preskoka. Tri različite vrste preskoka, pri kojima se mjerila brzina zaleta, su: premet, Tsukahara i Yurchenko preskok.

### 2.1. ANALIZIRANI ELEMENTI TEHNIKE

PREMET – skok premetom izvodi se nakon zaleta i odraza s odrazne daske u smjeru kretanja prema naprijed, licem prema spravi, nakon čega se ruke u širini ramena postavljaju na spravu, nakon čega slijedi odziv i izvođenje salta s različitim rotacijama (slika 1.1).



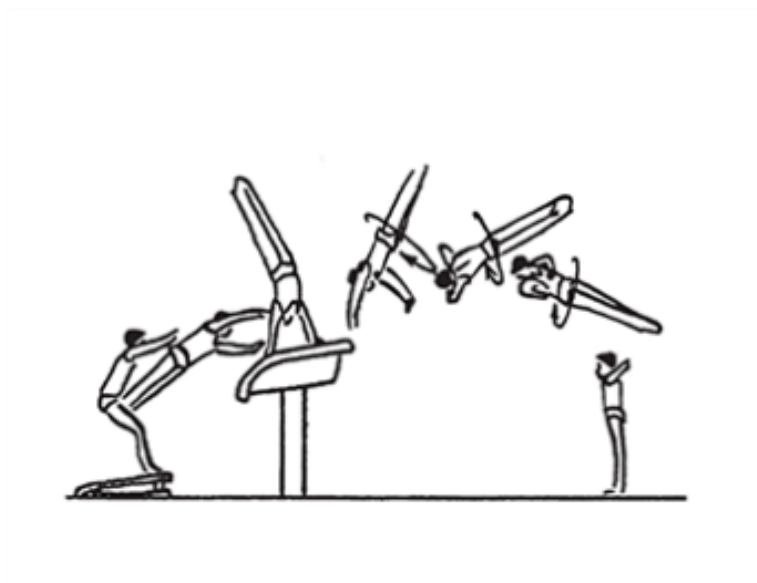
Slika 1.1. Premet

YURCHENKO – skok izvodi se zaletom i rondat dolaskom na odraznu dasku, leđima prema spravi, nakon čega se izvodi premet natrag na spravi, te salto od jednostavnih, grčenih, do pruženih s različitim rotacijama. Yurchenko skok je dobio naziv po Nataliji Yurchenko, koja ga je i prva izvela (slika 4., <http://www.mannaweb.net>).



Slika 4. Yurchenko preskok

TSUKAHARA – skok sastoji se od zaleta i odraza nakon čega se izvodi premet naprijed s okretom za  $90^\circ$  ili  $180^\circ$  te odriva sa sprave leđima prema natrag, obično u salto natrag. Naziv je dobio po japanskom gimnastičaru imena Mitsuo Tsukahara, koji je opisani skok prvi puta izveo 1972. godine (slika 5. <http://flairgym.com>).



Slika 5. Tsukahara preskok

## 2.2. ISPITANICI

Uzorak je činilo 48 skokova izvedenih na preskoku, od toga 19 premeta, 17 Tsukahara, i 12 Yurchenka. Sudjelovalo je 14 ženskih natjecateljica i 15 muških natjecatelja (ukupno 29 natjecatelja oba spola) u dobi od 16 do 31 godinu na međunarodnoj razini.

## 2.3. MJERENJE I OPREMA

Mjerenje je provedeno u natjecateljskim uvjetima kroz tri dana natjecanja. Brzina zaleta mjerena je uređajem stalker ATS, S PRO II (professional sports radar) uz prateći, odgovarajući softver na laptopu preko kojeg se upravljalo uređajem za vrijeme mjerenja. Uređaj je bio postavljen lijevo iza strunjača za doskok. Brzina je mjerena od početka zaleta do trenutka odraza, tj. do zadnjeg koraka prije nego što su natjecatelji dotaknuli stopalom odraznu dasku. Dužina zaleta je 25m. S PRO II radar odašilje radio valove vrlo visoke frekvencije i mjeri promjenu u frekvenciji nakon odbijanja vala od objekta u pokretu. Uređaj pretvara odbijene valove u digitalni zapis. Ovaj tip radarskog sistema ima vrlo visok potencijal prikupljanja preciznih podataka za razliku od konvencionalnih radarskih sistema.

S PRO II nazivaju još i Doppler radar zbog sposobnosti razlučivanja putanje objekta, odnosno detektiranja kreće li se objekt prema uređaju ili od njega (slika 3).



Slika 3. S PRO II, Stalker uređaj za mjerenje brzine



## 2.4. METODE OBRADE PODATAKA

Za obradu podataka korišten je programski paket Statistica 12.0. (Statsoft, Inc., Tulsa, OK, SAD). Za sve varijable izračunati su osnovni deskriptivni parametri, a razlike u brzini zaleta između skupina preskoka utvrđene su analizom varijance (one-way ANOVA) i Bonfferonni post-hoc testom. Razina statističke značajnosti postavljena je na  $p < 0,05$ .

## 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Tijekom istraživanja izmjereno je ukupno 48 uspješno izvedenih skokova. Tri najzastupljenija bila su: premet sa 40% udjela u ukupnom broju skokova; točnije njih 19, zatim Tsukahara s 35%, odnosno 17 skokova te najmanje zastupljeni Yurchenko skok s 25%, 12 skokova (grafikon 1.).



Grafikon 1. Zastupljenost pojedinih skupina preskoka

Od skokova, premet se uči prvi te je to razlog zašto je najzastupljeniji, strukturalno je najjednostavniji, a izvode ga muškarci i žene u različitim varijantama izvedbe s obzirom na broj rotacija u drugoj fazi leta i položaju tijela u toj fazi. Tsukahara preskok je kompleksniji, također ga izvode muškarci i žene, a najmanje zastupljen je Yurchenko preskok kojeg dominantno izvode žene što je povezano s činjenicom da je u povijesti sprava za preskok u muškoj gimnastici drugačije izgledala, pa se tradicionalno nije izvodio tj. nije bio zastupljen kao ostali preskoci.

U Tablici 1. prikazani su osnovni deskriptivni parametri izmjerenih brzina. Prosječna vrijednost brzine kod premeta je 8,06 m/s (SD = 0,36). Kod preskoka skokom Tsukahara prosječna vrijednost je ista kao kod prethodnog skoka te iznosi 8,06 m/s (SD = 0,41), a kod skoka Yurchenko ona iznosi 7,66 m/s (0,26).

Varijable	Valid N	Mean v (m/s)	Minimum v (m/s)	Maximum v (m/s)	Std. Dev.
Premet m/s	19	8,06	7,40	8,90	0,36
Tsukahara m/s	17	8,06	7,08	8,68	0,41
Yurchenko m/s	12	7,66	7,25	7,93	0,26

Legenda: Valid N - broj skokova, Mean v (m/s) - aritmetička sredina, Minimum v (m/s) - najmanji rezultat, Maximum v (m/s) - najveći rezultat, Std. Dev - standardna devijacija

Tablica 1. Deskriptivna statistika – skupine preskoka

Analiza je utvrdila da je najveća brzina kod premeta, a najmanja kod Yurchenko skoka. To se može objasniti činjenicom da kod premeta nema rotacije oko uzdužne osi tijela te je potrebna veća brzina kako bi se kompletirala rotacija prema naprijed u drugoj fazi leta. Yurchenko skok ima najsporiju brzinu zaleta jer odrazom s daske prethodi premet strance s okretom te je zbog toga manja brzina kako bi se mogao pravilno izvesti.

U tablici 2. prikazan je Levenov test homogenosti varijanci. On pokazuje da su varijance jednake.

	Levene's Test for Homogeneity of Variances Effect: "skupina skoka" Degrees of freedom for all F's: 2, 45			
	MS Effect	MS Error	F	p
brzina m/s	0,02	0,05	0,46	0,63

Tablica 2. Levenov test

U tablici 3. prikazani su podaci One-way ANOVA testa koji ukazuje da postoje razlike u brzini zaleta  $F=5,68$ ,  $p>0,01$ .

Dependent Variable	Test of SS Whole Model vs. SS Residual										
	Multiple R	Multiple R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	SS Model	df Model	MS Model	SS Residual	df Residual	MS Residual	F	p
brzina m/s	0,45	0,20	0,17	1,47	2	0,74	5,83	45	0,13	5,68	0,01

Tablica 3. One-way ANOVA

U tablici 4. prikazan je Bonferroni post-hoc test koji pokazuje razliku u brzini između skupina skokova: premet, Tsukahara i Yurchenko.

Postoje statistički značajne razlike između premeta i Yurchenko skoka, te između Tsukahara i Yurchenko skoka u brzini zaleta.

Na temelju testa utvrđeno je da se premet (max 8,90 m/s) statistički značajno razlikuje od Yurchenka (max 7,93 m/s). Također postoje statistički značajne razlike između grupe skokova Tsukahara (Max 8,68 m/s) i Yurchenko (Max 7,93 m/s).

Dakle, brzina zaleta između premeta i Yurchenka te između Tsukahare i Yurchenka se statistički značajno razlikuju.

Bonferroni test; variable brzina m/s Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,12949, df = 45,000			
skupina skoka	{1} 8,06	{2} 8,06	{3} 7,66
1		1,00	0,01
2	1,00		0,01
3	0,01	0,01	

Legenda: 1 – premet, 2 – Tsukahara, 3 – Yurchenko

Tablica 4. Bonfferonni post-hoc test

#### 4. ZAKLJUČAK

Gimnastika kao jedan od najstarijih i najkompleksnijih sportova već je dugo vremena predmet istraživanja mnogih znanstvenika. Svakodnevno se dolazi do različitih spoznaja i otkrića te je ovaj diplomski rad bio veliki izazov. Preskok je disciplina koju karakteriziraju kompleksne i vrlo kratke dinamičke kretnje. Velike promjene dogodile su se 2000. godine, kada je uvedena nova sprava te je otada znatno poboljšana kvaliteta izvedbe gimnastičara, smanjena je prevalencija ozljeda. Dosadašnja istraživanja ukazuju na to da su za bolju izvedbu skoka, odgovarajuća brzina zaleta i pravilna tehnika trčanja ključni faktori za kvalitetno izveden skok te samim time i veću konačnu ocjenu. Gimnastičari s nepravilno usvojenom tehnikom sprinta svoj bi trening trebali dopuniti dodatnim treninzima te angažirati trenera atletike u pripremnoj fazi.

Izmjereni i analizirani skokovi u ovom radu bili su: premet, Tsukahara i Yurchenko. Na temelju analiziranih rezultata utvrđena je statistički značajna razlika pri brzini zaleta između navedenih skokova. Brzina zaleta između premeta i Yurchenka, te između Tsukahare i Yurchenka se statistički značajno razlikuju.

## 5. LITERATURA

1. Brehmer S., Naundorf F. (2015). Age related development of run-up velocity on vault, Vol. 3 Issue 3: 19 – 27
2. Dizdar, D. (2006). Kvantitativne metode. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Gimnastika Čakovec (2017): preuzeto 2.kolovoza 2017 s <https://www.gimnastika-cakovec.hr/images/zsg/a/Hr%20prijevod%20fig%20pravilnika%202013.pdf#page=31&zoom=auto,-225,107>
4. "Hrvatska enciklopedija", Leksikografski zavod Miroslav Krleža, [www.enciklopedija.hr](http://www.enciklopedija.hr), 2015.
5. Krug, J., Knoll, K., Köthe, T. & Zocher, H.D. (1998). Running approach velocity and energy transformation in difficult vaults in gymnastics. In: H.J. Riehle & M.M. Vieten, ISBS '98 XVI International symposium on biomechanics in sports, (S. 160-163). Konstanz: UVK – Universitätsverlag
6. Sands W.A., Caine D.J., Borms J., (2003). Scientific Aspects of Women's Gymnastics. Basel, Freiburg, Paris, London, New York, New Delhi, Bangkok, Singapore, Tokyo, Sydney; Karger
7. Sands, W.A. & McNeal, J.R. (1995). The relationship of vault run speeds an flight duration to score. Technique, 15 (5), 8-10
8. Sands, W.A. (2000). Vault run speeds. Technique, 20 (4), 5-7.

9. Sands W.A. (1986). Velocity of the vault run: Junior elite female gymnasts /on line/. S mreže skinuto 2.srpnja 2017. s adrese:  
[https://www.researchgate.net/publication/252629606\\_Velocity\\_of\\_the\\_vault\\_run\\_Junior\\_elite\\_female\\_gymnasts](https://www.researchgate.net/publication/252629606_Velocity_of_the_vault_run_Junior_elite_female_gymnasts)
10. Users guide, The S PRO II Radar (2010). U.S.A.
11. Veličković S., Petković D., Petković E. (2011). A case study about differences in characteristics of the run-up approach on the vault between top-class and middle-class gymnasts, Vol. 3 Issue 1: 25 – 34
12. Živčić Marković, K., Krističević T., (2016). Osnove sportske gimnastike. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
13. Živčić, K. (2007). Akrobatska abeceda. Zagreb: Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu
14. Wikipedia (2017). s mreže preuzeto: 1.kolovoza 2017.  
<https://hr.wikipedia.org/wiki/Gimnastika>
15. Wikipedia (2017). s mreže preuzeto: 29.kolovoza 2017  
<https://hr.wikipedia.org/wiki/Brzina>
16. Slika 1:  
[https://www.researchgate.net/figure/293797161\\_fig1\\_Fig-1-The-Seven-Phases-of-the-Handspring-Vault-1-Approach-Run-2-Take-off](https://www.researchgate.net/figure/293797161_fig1_Fig-1-The-Seven-Phases-of-the-Handspring-Vault-1-Approach-Run-2-Take-off) s mreže preuzeto: 4.8.2017.

17. Slika 2:

[https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2Fimg%2Frevistas%2Frbe%2Fv30n1%2F%2F1807-5509-rbe%2F30-1-0097-gf01.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2FsciELO.php%3Fscript%3Dsci\\_arttext%26pid%3DS1807-55092016000100097&docid=qhlsOaUploT0jM&tbnid=NfGx2IJo\\_0H4AM%3A&vet=10ahUKEwi4ku7OmL7VAhUEWRQKHWNLAHQQMwgtKAowCg..i&w=2700&h=2165&client=firefox-b&bih=659&biw=1366&q=%20phases%20vault%20gymnastic%20picture&ved=0ahUKEwi4ku7OmL7VAhUEWRQKHWNLAHQQMwgtKAowCg&iact=mrc&uact=8#h=2165&imgdii=NfGx2IJo\\_0H4AM:&vet=10ahUKEwi4ku7OmL7VAhUEWRQKHWNLAHQQMwgtKAowCg..i&w=2700](https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2Fimg%2Frevistas%2Frbe%2Fv30n1%2F%2F1807-5509-rbe%2F30-1-0097-gf01.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.scielo.br%2FsciELO.php%3Fscript%3Dsci_arttext%26pid%3DS1807-55092016000100097&docid=qhlsOaUploT0jM&tbnid=NfGx2IJo_0H4AM%3A&vet=10ahUKEwi4ku7OmL7VAhUEWRQKHWNLAHQQMwgtKAowCg..i&w=2700&h=2165&client=firefox-b&bih=659&biw=1366&q=%20phases%20vault%20gymnastic%20picture&ved=0ahUKEwi4ku7OmL7VAhUEWRQKHWNLAHQQMwgtKAowCg&iact=mrc&uact=8#h=2165&imgdii=NfGx2IJo_0H4AM:&vet=10ahUKEwi4ku7OmL7VAhUEWRQKHWNLAHQQMwgtKAowCg..i&w=2700) s mreže preuzeto: 4.8.2017.

18. Slika 3:

[https://www.google.hr/search?q=S+PRO+II+PROFESSIONAL+RADAR&client=firefox-b&tbm=isch&tbs=rimg:CbQCOpSa4o6mIjjZITeSEjYVOS9LYz4hGDePRcLEK0QTlYrpAzybQLXmr\\_1xRCGyrZKWLvRhbe8YMMOnnseTq1f5wuyoSCdmVN5ISNhU5ERU\\_1ShUnWTv5KhIJL0tjPiEYN48Ruc824sbXyycqEglFwsQrRBOVihGEf1Ebi9QLQioSCekDPJtAteavETdlvEvIzWmKhIJ\\_1FEIbKtkpYsR6RsWpaJNiy0qEgm9GFt7xgww6RHw\\_1tHXxBLksSoSCeex5OrV\\_1nC7EUgShRfbd95n&tbo=u&sa=X&ved=0ahUKEwjJ4orHhu7VAhWJXRQKHADIC4sQ9C8IHw&biw=1366&bih=659&dpr=1#imgdii=LGQgg4g7iiAP\\_M:&imgsrc=2ZU3khI2FTnoCM](https://www.google.hr/search?q=S+PRO+II+PROFESSIONAL+RADAR&client=firefox-b&tbm=isch&tbs=rimg:CbQCOpSa4o6mIjjZITeSEjYVOS9LYz4hGDePRcLEK0QTlYrpAzybQLXmr_1xRCGyrZKWLvRhbe8YMMOnnseTq1f5wuyoSCdmVN5ISNhU5ERU_1ShUnWTv5KhIJL0tjPiEYN48Ruc824sbXyycqEglFwsQrRBOVihGEf1Ebi9QLQioSCekDPJtAteavETdlvEvIzWmKhIJ_1FEIbKtkpYsR6RsWpaJNiy0qEgm9GFt7xgww6RHw_1tHXxBLksSoSCeex5OrV_1nC7EUgShRfbd95n&tbo=u&sa=X&ved=0ahUKEwjJ4orHhu7VAhWJXRQKHADIC4sQ9C8IHw&biw=1366&bih=659&dpr=1#imgdii=LGQgg4g7iiAP_M:&imgsrc=2ZU3khI2FTnoCM) s mreže preuzeto: 23.8.2017.



19. Slika 4.:

[https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.mannaweb.net%2Fimage%2Fexercise%2FYurchenko1.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.mannaweb.net%2Fcontent.php%3Fflang%3Dnl%26m%3Dmenu\\_manna%26c%3Dexercise%26exercise\\_id%3D419&docid=ykSWQnDUqbaEZM&tbnid=TZ9\\_CayX3-VA5M%3A&vet=10ahUKEwio7ffl\\_\\_VAhWF1RQKHRd1A6MQMwgoKAQwBA..i&w=750&h=216&bih=638&biw=1366&q=yurchenko%20vault&ved=0ahUKEwio7ffl\\_\\_VAhWF1RQKHRd1A6MQMwgoKAQwBA&iact=mrc&uact=8](https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.mannaweb.net%2Fimage%2Fexercise%2FYurchenko1.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.mannaweb.net%2Fcontent.php%3Fflang%3Dnl%26m%3Dmenu_manna%26c%3Dexercise%26exercise_id%3D419&docid=ykSWQnDUqbaEZM&tbnid=TZ9_CayX3-VA5M%3A&vet=10ahUKEwio7ffl__VAhWF1RQKHRd1A6MQMwgoKAQwBA..i&w=750&h=216&bih=638&biw=1366&q=yurchenko%20vault&ved=0ahUKEwio7ffl__VAhWF1RQKHRd1A6MQMwgoKAQwBA&iact=mrc&uact=8)  
s mreže preuzeto: 30.8.2017.

20. Slika 5:

<https://www.google.hr/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fflairgym.com%2Fimg%2Felements%2Fvt%2F564%2F564-orig-thumb.png&imgrefurl=http%3A%2F%2Fflairgym.com%2Felements%3FDiscipline%3D4&docid=wphfa13dhYdEqM&tbnid=aYuV6hnEUk626M%3A&vet=10ahUKEwi73-qbg4DWAhWKSROKHRW1DR44yAEQMwgGKAQwBA..i&w=350&h=268&bih=638&biw=1366&q=tsukahara%20vault%20picture&ved=0ahUKEwi73-qbg4DWAhWKSROKHRW1DR44yAEQMwgGKAQwBA&iact=mrc&uact=8>  
s mreže preuzeto: 31.8.2017.